

特発性大腿骨頭壊死症に対する転子間彎曲内反骨切り術における

矢状面骨切り角度のばらつきと臨床的影響

忽那辰彦、高尾正樹
間島直彦

(愛媛大学大学院医学系研究科 整形外科学)
(愛媛医大学大学院医学系研究科 地域医療再生学講座)

特発性大腿骨頭壊死症に対し大腿骨転子間彎曲内反骨切り術を施行し、術前後骨盤から膝関節までの CT を撮影した 10 例 10 股を対象に矢状面骨切り角度を評価し、矢状面骨切り角度のばらつきと矢状面骨切り角度のばらつきが術後健常部占拠率に与える影響を検討した。大腿骨転子間彎曲内反骨切り術の矢状面骨切り角度にはばらつきがあり、大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度のばらつきがおおきかった。術後健常部占拠率に大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度が強い負の相関を認め、大腿骨頸部軸に対する矢状面骨切り角度も考慮した三次元での術前計画を行うことが重要である。

1. 研究目的

大腿骨転子間彎曲内反骨切り術(CVO)は股関節における関節温存手術の一つで、転子部を彎曲に骨切りし、近位骨片を内反方向に回転移動することで脚短縮を回避し内反位をえる術式である。特発性大腿骨頭壊死(ONFH)において外側部に健常域が存在する症例では、健常域を荷重部に移動することで症状緩和や病期進行の予防に有用と報告されている¹⁾。Zhao らは長期にわたり大腿骨頭の圧潰進行予防を達成するには 33.6%の荷重部健常域が必要で、関節症進行予防も含めると41.9%の荷重部健常域が必要と報告した²⁾。

安定した治療成績が報告されている治療法だが、われわれは術後に転位を生じ、再手術を施行した 2 例を経験した。CVO 術後転位を生じた 2 例の術後 CT 評価では、2 例とも矢状面骨切り線が大腿骨頸部軸に対して頸部内側にむかっていた。転位を生じた 2 例のうち 1 例は関節裂隙の狭小化の進行を認め、1 例は大腿骨頭の圧潰進行を認めた。

CVO の成績不良因子として大腿骨頸部軸に対する矢状面の骨切り角度のばらつきの関与が考えられたが、矢状面の骨切り角度のばらつきと臨床成績への影響を検討した報告はなく、明らかとされていない。そこで、今回われわれは ONFH に対し CVO を施行し

た症例の矢状面骨切り角度を評価し、矢状面骨切り角度のばらつきと矢状面骨切り角度のばらつきが骨片転位や術後荷重部健常域占拠率に与える影響を検討した。

2. 研究方法

2011 年 1 月から 2021 年 5 月まで当院で ONFH に対し CVO を施行した 23 股で、type B:4 股と type C2:7 股は除外した。Type C1:12 股のうち、術前と術後股関節から膝関節まで含む CT を撮影した 10 例 10 股を対象とした。患者背景は、手術時年齢が平均 32±10.9 歳(21-50 歳)、女性 4 股、男性 6 股で、ステロイド関連が 6 股、アルコール関連が 4 股だった。病期は type 2 が 3 股、type 3A が 5 股、type 3B が 2 股で、経過観察期間は平均 5.2 年(15-105 ヶ月)だった。

手術方法は、全例側臥位で、X線透視下に骨切りガイドを使用し施行した。矢状面の骨切りは下腿軸を参照し、膝関節 90 度屈曲時の下腿の長軸と平行に行った。

【画像評価】

術後単純 X 線画像では荷重部健常域占拠率³⁾と頸体角を計測した。術後 CT では大腿骨後顆軸(Posterior condylar axis: PCA)に対する垂線と骨切り線のなす角(PCAの垂線に対する骨切り角度:図 1)、

大腿骨頸部軸に対する垂線と骨切り線のなす角(大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度: 図 2)を計測した。

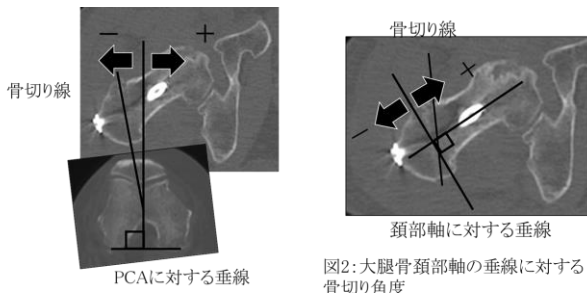


図1: PCAの垂線に対する骨切り角度
PCAに対する垂線を基準に、大腿骨近位部骨切り線が内側へ向かうものを+、外側へ向かうものを-とした。

図2: 大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度
大腿骨頸部軸に対する垂線を基準に、大腿骨近位部骨切り線が内側へ向かうものを+、外側へ向かうものを-とした。

術後荷重部健全域占拠率と骨切り角度の関係を評価するため、術後荷重部健全域占拠率、術前目標頸体角と術後頸体角の差、PCAの垂線に対する骨切り角度、大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度を Spearman の順位相関係数もちい検討した。

3. 研究結果

PCA の垂線に対する骨切り角度は平均 0.17 ± 7.7 度、大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度は平均 15.3 ± 14.2 度だった。PCA の垂線に対する骨切り角度が ± 5 度以内に入っていたのは 10 股中 7 股 (70%) で、大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度のばらつきがおおきかった。大腿骨頸部内側方向に 25 度以上向かっていた 3 例中 2 例は転位を生じ、再手術を必要としていた (図 3)。

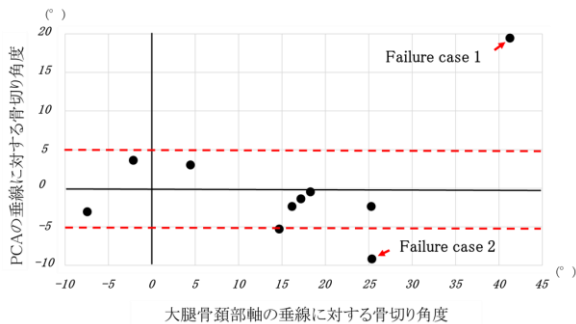


図3: 矢状面骨切り角度のばらつき

術後荷重部健全域占拠率に対する、術前目標頸体角と術後頸体角の差、PCA の垂線に対する骨切り角度、大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度の検討では、大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度が術後荷重部健全域占拠率と有意な負の相関を認め

た ($\rho : -0.782, p=0.008$, 図 4)。

変数①	変数②	ρ	p-value
術後健全域占拠率	術前目標頸体角-術後頸体角	-0.553	0.097
術後健全域占拠率	PCAの垂線に対する骨切り角度	0.079	0.828
術後健全域占拠率	大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度	-0.782	0.008

Spearmanの順位相関係数

図4: 矢状面骨切り角度のばらつきが術後健全域占拠率に与える影響

術後荷重部健全域占拠率 35%以下だった 3 例はいずれも大腿骨頸部軸の垂線に対し 25 度以上前方内側に骨切り線がむかっていた (図 5)。この 3 例中 1 例は圧潰進行し、1 例は関節症変化を呈していた。

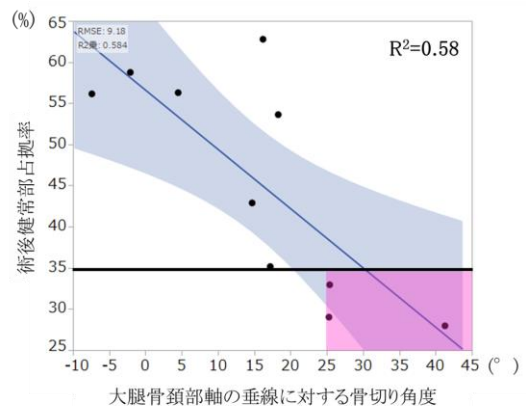


図5: 大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度と術後健全域占拠率の相関

4. 考察

CVO において矢状面骨切り角度の指標は、下腿軸(膝関節 90 度屈曲時の下腿の向き)に平行に行うことが推奨されている⁴⁾。しかし、大腿骨頸部前捻には症例ごとのバリエーションがおおく、下腿軸を参照し骨切りを行うと大腿骨頸部軸に対する矢状面骨切り角度がばらつくことは明らかである。特に大腿骨頸部前捻が強い症例に対して下腿軸を参照して骨切りすると、骨切り線が前方では頸部内側に向かうため、大腿骨頸部骨折に類似した切骨面となり、骨片間の接触面積は減少し、固定力の低下につながる危険性が懸念される^{5,6)}。さらに、頸部軸に対して矢状面で前方内側に骨切りされているため、骨片移動時に近位骨片の後方へのずれが生じると screw 挿入方向が制限され不適切な screw 挿入になる可能性がある⁷⁾。再手術を要した 2 例では、これらの要素が複合的に絡み術後転位につながったことが想定された。

また本研究では、術後荷重部健常域占拠率に大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度が強い負の相関を認めた。骨モデルをもちいた 30 度内反シミュレーションでは、矢状面での内反軸を頸部軸に対して直行するよう設定した場合は壊死部の純粋な内反効果が期待できるが、骨切り線が大腿骨頸部前方内側に向かうほど、矢状面での内反軸は後方に向かうため大腿骨頭に後方回転要素が加わり、壊死部の内反効果は減弱していた(図 6)。

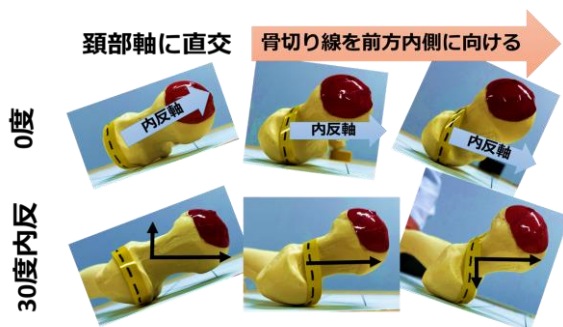


図6:骨モデルによる30度内反シミュレーション

大腿骨頸部軸に対する矢状面骨切り角度は術後荷重部健常域占拠率にも影響するため、術前 CT による三次元的な評価を行い、大腿骨頸部軸に対する矢状面骨切り角度を考慮した術前計画を立てることが重要である。今後3D-CADモデルを用いたシミュレーションにより、術後荷重部健常域占拠率に大腿骨

頸部軸の垂線に対する骨切り角度が与える影響を定量的に検証する必要がある。

本研究の limitation として症例数が少ない点が挙げられる。一方で、術後荷重部健常域占拠率と大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度の相関が small sample size にも関わらず強い負の相関を示していたことは、骨片転位や骨頭再圧潰、関節症変化に影響を与える重要な因子であることを示している。大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度は、単純 X 線では評価が難しく、CT 画像を用いた三次元評価ではじめて明らかになった知見であり、本術式の三次元計画の重要性も示していると考えられる。

もう 1 点は、下腿軸を術中参照した CVO 後の矢状面骨切り角度のはばらつきを、後顆平面を基準に評価している点である。ばらつきの原因に基準軸の違いが与える影響を無視できない。一方で膝関節 90 度屈曲時の下腿の長軸と平行に骨切り角度を決定する方法は、目視によるばらつきに加え、膝の内外反弛緩性の影響をうけるため大腿骨近位部の骨切りに対する参照基準としては適正ではないことも示している⁸⁾。

5. 結論

下腿軸を術中参照した CVO 後の矢状面骨切り角度にはばらつきがあった。大腿骨頸部軸の垂線に対する骨切り角度はさらに大きなばらつきを認め、骨片転位や術後荷重部健常域占拠率に有意に影響していた。術前CTによる三次元的な評価を行い、大腿骨頸部軸に対する矢状面骨切り角度も考慮した術前計画を立てることが臨床成績の向上のため重要である。

6. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

7. 知的所有権の取得状況

1. 特許の取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他

なし

8. 参考文献

- 1) 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会・特発性大腿骨頭壊死症診療ガイドライン策定委員会．特発性大腿骨頭壊死症診療ガイドライン 2019．東京：南江堂；2019．75-8.
- 2) Zhao G, Yamamoto T, Ikemura S, Motomura G, Mawatari T, Nakashima Y, Iwamoto Y. Radiological outcome analysis of transtrochanteric curved varus osteotomy for osteonecrosis of the femoral head at a mean follow-up of 12.4 years. J Bone Joint Surg Br. 2010 Jun; 92(6):781-6.
- 3) Sugioka Y, Katsuki I, Hotokebuchi T. Transtrochanteric rotational osteotomy of the femoral head for the treatment of osteonecrosis. Follow-up statistics. Clin Orthop Relat Res. 1982 Sep;(169):115-26.
- 4) 新 OS NOW No.11 股関節疾患(小児・成人)の手術療法．東京：メジカルビュー社：2001．93-104.
- 5) 今井澄, 伊藤靖, 樋田大輔, 大腿骨頸基部骨折の治療成績 骨折 2022; 44 巻 2 号: 318-322.
- 6) Bojan AJ, Beimel C, Taglang G, Collin D, Ekholm C, Jönsson A. Critical factors in cut-out complication after Gamma Nail treatment of proximal femoral fractures. BMC Musculoskelet Disord. 2013 Jan; 2;14:1.
- 7) 最上敦彦 大腿骨頸基部骨折に対する骨接合術 関節外科 2018; 37 巻 9 号: 1003-1013.
- 8) Fujihara Y, Fukunishi S, Fukui T, Nishio S, Okahisa S, Takeda Y, Kurosaka K, Yoshiya S. Use of the G-guide for Measuring Stem Antetorsion During Total Hip Arthroplasty. Orthopedics. 2016 Mar-Apr; 39(2): e271-275.